Растителна защита
електронно списание за растителна защита
семена, торове и земеделие
ISSN 2815-522X

温室土壤消毒

проф. д-р Стойка Машева, ИЗК "Марица", ССА; проф. д-р Винелина Янкова, Институт за зеленчукови култури "Марица" – Пловдив, ССА

日期 19.10.2026 | **期号** 10/2026 | **ISSN** 2815-522X | **语言** ZH
www.plant-protection.com/article/2481?lang=zh



摘要

确保以经济且环保的方式进行土壤害虫防治以及土壤和基质健康的恢复与保护，是露地和设施栽培中蔬菜生产者的关键任务。通常，由于各种原因，病原体和害虫在土壤中积累，其存在危及整个生产周期。本文综述了温室土壤消毒最常用的方法——物理法、化学法和生物法——及其防治对象。物理方法包括蒸汽消毒和太阳能消毒，以及其发挥效果时的物理参数——温度、湿度、作用持续时间。化学方法讨论了使用棉隆颗粒剂和威百亩510进行熏蒸、通过滴灌系统施用氟吡菌酰胺悬浮剂以及施用噻唑膦颗粒剂后翻耕防治根结线虫。生物方法包括生物熏蒸和向土壤中引入生物制剂。

土壤消毒是一项重要措施，因为它保护栽培植物免受病虫害侵害，改善土壤质量并促进其健康生长和发育。它具有重要的经济意义，因为：

- 保护植物。消毒可消除对植物健康和产量产生不利影响的病原体和害虫；

- 改善土壤质量：有效的消毒可改善养分吸收并维持健康的生态系统，这对于健康的根系至关重要；

- 长期预防未来问题。定期消毒有助于防止土传病害的复发；

增强消毒效果的良好实践包括：

- 预先检测土壤，以确定病原体和害虫的组成或养分缺乏情况；
- 仔细清除前茬作物的植物残体。清除地表所有植物和其他材料，以提高所选消毒方法的效率。清洁和冲洗玻璃及结构。按照所应用方法的要求进行土壤准备和湿润。清除温室周围的杂草。
- 消毒后，检查土壤状况以确保生态系统平衡并预防未来问题。

通过应用这些良好农业规范，可以有效消毒土壤，从而培育更健康的植物和更高的产量。

许多植物病原体和害虫通过土壤传播。它们在那里越冬或经过其发育的某一阶段。设施中蔬菜作物的集约化和单作栽培导致病原微生物和害虫在土壤中积累。由土传病原体造成的损失被认为占所有病原体造成损失的三分之一。为防治土壤害虫，应用了多种方法——物理法（蒸汽消毒、太阳能消毒）、化学法（熏蒸）和生物法（生物熏蒸）。

土壤消毒旨在消灭：引起猝倒病和根腐病的病原体； 线虫； 土壤害虫； 杂草种子等。

土壤消毒的物理方法

土壤蒸汽消毒

它涵盖土壤中存在的所有害虫类群。一种非常高效但成本高昂的方法。仅在已通气的温室综合体中使用。土壤用蒸汽加热至82°C，持续30分钟。蒸汽渗透深，确保完全消毒。蒸汽消毒能有效消灭病原细菌、病毒和真菌，不留化学污染物。蒸汽消毒的关键考虑因素包括土壤湿度水平和处理深度。为获得最佳效果，土壤含水量应等于或低于20%，以防止蒸发和效率降低。蒸汽注入点应相距10-15厘米，每次施用持续约3-5分钟。该方法的缺点是没有选择性。与病原生物一起，腐生和有益物种也被消灭。形成"生物真空"，以及土壤被病原体快速重新定殖的可能性——"回旋镖效应"。高温导致某些化学化合物发生变化，引起土壤反应酸化、有毒物质释放和养分有效性变化。经过此处理：线虫在高达50°C时死亡；在60-72°C时细菌和土壤真菌被消灭；82°C以上——几乎所有杂草种子、病毒、昆虫和其他害虫。一个处理周期可将土壤病害减少高达99%，这使其成为种植敏感作物或与反复出现害虫作斗争的温室的有吸引力的选择。为取得良好效果，土壤必须准备良好。可结合随后施用有益微生物。

土壤太阳能消毒

太阳能消毒是一种利用太阳辐射的非化学土壤消毒方法。土壤充分湿润，覆盖透明薄膜，在晴天放置4-6周。聚乙烯薄膜作为捕获太阳能的陷阱。



近年来，该方法的应用不断增加。它利用7月和8月强烈日照的日子，此时白天温度超过32°C。薄膜下的温度升至对土壤害虫和杂草种子致命的数值。

该方法的优点：

- 无有害影响；

- 环境影响小；

- 对致病因子的效果更持久；

- 由于生物和化学机制，提高产量和产品质量；

- 比蒸汽消毒便宜得多的方法；

- 不存在"生物真空"，因此没有"回旋镖效应"，因为太阳能消毒代表土壤的巴氏消毒。它保留了有益菌群；

- 土壤含水量得到改善；

- 如果与其他方法结合，覆盖期可以缩短。

该方法的缺点：

- 在一年中最热的时期，覆盖区域1-1.5个月内无法使用；

- 气候和生物条件的不可预测性；

- 聚乙烯回收问题；

- 与化学熏蒸剂相比，作用谱更有限。

土壤准备：耕作土壤以提供平坦表面，使聚乙烯薄膜紧密贴合。粗颗粒和植物残体的存在可能导致形成气囊，从而隔离土壤并降低其温度升至必要有效值。

土壤湿度：土壤湿度不得低于田间持水量的70%，湿润层深度不得低于60厘米。

土壤温度：太阳能消毒区域的有效温度在10厘米深度必须达到60°C，这保证消灭杂草种子和土传害虫。

暴露时间：所需作用期——4-6周。当与其他方法结合时，此期限可以缩短。

如果在太阳能消毒完成后向土壤施用木霉菌制剂（10-15公斤/亩）等生物产品，其效果将会增强。

高质量的太阳能消毒取决于聚乙烯的质量、土壤湿度、气温、太阳辐射强度等。

土壤消毒的化学方法

施用土壤熏蒸剂是成功防治土壤病原体和害虫的关键。特别关注施用方法和技术，以确保最佳输送和分布，对目标害虫产生最大效果。目前仍可获得的大多数商业熏蒸剂以液体形式用各种设备施入土壤至所需深度。化学品以液相分布并在土壤中扩散，以到达害虫占据的每个生态位。防治程度取决于熏蒸剂在土壤中的分布、熏蒸剂（及其特性）和剂量，以及注入深度。后者通常限于30厘米，并不总是足够。通过滴灌系统随水施用熏蒸剂可确保输送到更深层，是世界上最常见的做法。它提供均匀输送，前提是水分布均匀且化学品不渗入更深层。通过滴灌施用土壤熏蒸剂主要应用于苗床和温室生产。这种施用方式的主要优点是改善了熏蒸剂在土壤中的分布。然而，它需要熏蒸剂的特殊乳化制剂和合适的灌溉系统。

化学熏蒸剂与太阳能消毒的结合被广泛接受和实践。Eshel等人（2000）对该技术进行了改进，表明先进行太阳能消毒，两周后注入熏蒸剂的顺序施用可在降低熏蒸剂用量和剂量的情况下进一步改善害虫防治。这种方法在以色列的滴灌田中被广泛采用（Gamliel，2012）。

棉隆颗粒剂（有效成分：棉隆）是一种用于无作物土壤和基质消毒的熏蒸剂。有效成分——棉隆98%；LD50 520 mg/kg。颗粒状熏蒸剂。接触潮湿土壤后，棉隆分解为异硫氰酸甲酯、甲醛、甲胺、硫化氢。施用量为50-70公斤/亩。

防治对象：线虫——根结线虫和胞囊线虫；土壤真菌——*腐霉属*、*疫霉属*、*轮枝菌属*、*镰刀菌属*、*丝核菌属*、*Pyrenochaeta*、*茎点霉属*、*Didymella*等；杂草——荨麻、早熟禾、荠菜、藜、繁缕、稗草、狗尾草、龙葵等；土壤害虫——金针虫、地老虎、金龟子幼虫等。在普罗夫迪夫马里查蔬菜作物研究所进行的试验中，该产品对根结线虫（*Meloidogyne* spp.）表现出高效，防效从96.84%到100%。

接触土壤中的水分后，棉隆降解为异硫氰酸甲酯，对根结线虫、土传真菌、杂草种子和某些土壤害虫具有活性。有毒气体的分布和移动取决于土壤结构、土壤温度和湿度。暴露期结束后，打开设施。通风后，移除聚乙烯覆盖物。2-3天后旋耕土壤。去气继续5-7天。棉隆颗粒剂的消毒以3-4年的间隔进行。

施用时必须遵守以下要求：

- 最适合产品作用的土壤温度为12°C至15°C；

- 为使棉隆颗粒剂均匀分布，土壤必须具有细结构，准备良好如播种状态；

- 为达到产品的最佳作用，需要在处理前8-14天将土壤湿润至田间持水量或至少60-70%湿度；

- 产品为小颗粒形式，施用时均匀分布在土壤表面，最好借助配备施用器的拖拉机，因为产品毒性很高。

- 产品必须混入土壤；

- 随后进行镇压、表面灌水作为密封或放置聚乙烯覆盖物；

- 暴露时间7-15天，取决于处理期间的温度；

- 熏蒸期结束后，通过耕作和让其通风使土壤去气；

- 检疫期45-50天，保持田间持水量的70-80%；

- 棉隆颗粒剂的剂量根据害虫、病原体类型和土壤类型确定；

- 适合土壤消毒的时期是夏末或初秋；

- 去气期结束后，必须进行"水芹试验"以确定去气程度。在小密封容器（罐子）中，从0-30厘米层取平均样品。放入罐中，湿润，用滤纸或棉花覆盖。将水芹或莴苣种子放在棉花上。罐子密封紧密。3-4天后读取结果。如果幼苗新鲜，去气成功；如果变暗——土壤中仍有异硫氰酸甲酯残留，必须继续去气。

威百亩510（有效成分：威百亩）

有效成分为威百亩510克/升。在该国登记剂量为80和100升/亩，用于防治根结线虫、土壤病原体（*腐霉属*、*轮枝菌属*、*镰刀菌属*、*丝核菌属*、*Pyrenochaeta*、*核盘菌属*）和杂草种子。该产品可用于玻璃温室土壤消毒（无植物时），在病原体严重侵染的情况下施用较高剂量。通过配备镇压器的施用器施用，也可通过滴灌系统施用，随后用聚乙烯覆盖。

施用威百亩510时必须遵守以下要求：

- 施用产品前土壤必须准备如播种状态，无杂草和植物残体；

- 施用当天，其湿度必须为田间持水量的50-60%；

- 通过滴灌系统施用产品时，滴灌带必须在聚乙烯下每行植物放置两条；

- 施用使用Dosatron型计量泵进行，将威百亩510注入灌溉系统；

- 溶液浓度取决于为使土壤湿润至20-25厘米深度所需的总水量；

- 在溶液渗透的区域有效；

- 施用后，灌溉软管必须用清水冲洗；

- 施用两周后，必须移除聚乙烯覆盖物，然后再等7-10天；

- 为良好去气，必须进行土壤耕作。熏蒸和去气的持续时间直接取决于土壤温度。在较低温度下它们会延长，在较高温度下消毒质量可能因气体从土壤中快速逸出而降低。暴露时间与棉隆颗粒剂相同。